

Guide méthodologique pour l'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore

Marie SIMON-CORNU

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
Pôle Santé-Environnement, Centre de Cadarache, BP 3, 13115 SAINT-PAUL-LES-DURANCE

marie.simon-cornu@irsn.fr

Le « Projet de guide méthodologique pour l'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore. Concepts, éléments de base et mise en œuvre au sein de l'étude » a été présenté lors du congrès de la SFRP, en juin 2021 (Beaugelin & Simon-Cornu, 2021). Ce document, finalisé en janvier 2021, avait été rédigé par un groupe de travail pluraliste et pluridisciplinaire (GPP), piloté par l'IRSN à la demande de l'ASN. Depuis, le Groupe permanent d'experts en radioprotection et en environnement (GPRADE) a rendu un avis favorable sur ce document et recommandé de le transformer en guide. La prise en compte des recommandations formulées dans cet avis conduit à l'édition d'un guide, qui sera très prochainement rendu public. Les modifications apportées au projet de guide pour le transformer en guide sont relativement mineures. L'une d'elles a été d'assortir chacun des six chapitres d'un résumé non technique, ces six encadrés « à retenir » sont repris ci-après.

Le premier chapitre approfondit le contexte dans lequel le document s'inscrit, et en précise les objectifs et la portée.

À retenir sur le chapitre 1

Ce guide présente une méthodologie permettant la démonstration de la protection de la faune et de la flore sauvages vis-à-vis de leur exposition aux rayonnements ionisants. Sa rédaction, par un groupe pluraliste et pluridisciplinaire, s'inscrit dans la continuité des recommandations de l'IRSN et du GPRADE. L'application principale couverte dans le guide est l'évaluation associée aux rejets d'une installation en fonctionnement, telle qu'elle figure dans une étude d'impact.

Le deuxième chapitre présente les principes généraux de l'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore sauvages, en faisant le lien avec les méthodes appliquées à l'évaluation du risque chimique pour ces mêmes compartiments de l'environnement.

À retenir sur le chapitre 2

La méthodologie proposée dans ce guide débute par une analyse préalable, appelée niveau 0, qui interroge la nécessité de la mise en œuvre d'une évaluation du risque.

Lorsqu'une évaluation du risque est nécessaire, l'approche est graduée en 3 niveaux de complexité croissante. À chaque niveau, si l'exposition de la faune et de la flore sauvages est inférieure à une valeur repère, le risque est considéré comme négligeable. Pour une évaluation de niveau 1, les hypothèses visent à majorer l'évaluation de risque, par exemple en ne retenant que les expositions maximales. De plus, certains outils proposent des valeurs repères prédéterminées sur des hypothèses très conservatives, et exprimées en termes d'activités massiques ou volumiques dans les milieux, ce qui simplifie le calcul. Au niveau 2, l'exposition et la valeur repère sont

exprimées en débit de dose, et l'évaluation résulte d'un calcul plus complet et moins conservatif. Enfin, au niveau 3, il n'y a plus de valeur repère prédéterminée et l'étude est encore plus détaillée.

Les conclusions de l'évaluation peuvent être éclairées par d'autres éléments de preuve, comme la surveillance écologique.

Si le risque ne peut pas être écarté, une action devra être engagée pour l'éviter ou le réduire, jusqu'à un niveau résiduel acceptable, ou à défaut compenser, ce qui sort du champ d'application du guide.

Le chapitre trois décrit ainsi successivement les aspects théoriques de chaque élément de la méthode, depuis la manière de représenter une plante ou un animal jusqu'aux valeurs repères utilisables comme critères de protection, en passant par les expressions mathématiques simplifiées décrivant l'exposition.

À retenir sur le chapitre 3

Les expositions dans l'environnement peuvent être obtenues soit par des modèles de transfert des radionucléides rejetés, soit à partir de mesures dans l'environnement (seulement dans le cas d'une étude rétrospective).

Pour une évaluation de niveau 1, une approche simple utilise des valeurs repères exprimées en activités volumiques ou massiques dans les milieux, prédéterminées par approche conservative. Les activités dans les milieux, mesurées ou calculées, sont comparées à ces valeurs repères.

À partir du niveau 2, les transferts vers l'organisme sont modélisés. Des coefficients de dose permettent ensuite de convertir l'activité d'un radionucléide dans un organisme donné (exposition interne) ou dans un milieu (exposition externe), en débit de dose absorbé en $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$, la grandeur pertinente pour caractériser les expositions chroniques. Des valeurs de paramètres (facteurs de transfert, coefficients de dose, paramètres écologiques) sont accessibles dans des bases de données, ou pré renseignées dans les outils de calcul, par exemple ERICA, pour des organismes de référence. Les outils de calcul permettent à l'évaluateur de configurer d'autres organismes, de manière à être plus représentatif de l'écosystème ciblé.

Le débit de dose ainsi obtenu est comparé à une valeur repère exprimée dans la même unité. Des valeurs ont été proposées à partir de résultats de tests d'écotoxicité, généralement acquis en laboratoire, elles sont de l'ordre de grandeur d'une dizaine à quelques centaines de $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$. Les débits de dose aux organismes dus au bruit de fond radioactif peuvent également être utilisés comme valeurs repères, ils sont estimés entre quelques centièmes et quelques dizaines de $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$.

Au niveau 3, l'évaluateur est invité à ne pas se contenter d'une valeur repère prédéterminée mais à explorer des bases de données d'effets.

Les valeurs repères sont généralement définies pour être utilisées en incrément du fond ambiant caractérisant les niveaux habituels d'exposition des êtres vivants. Cela rend leur utilisation immédiate si l'exposition est calculée à partir des rejets (comme c'est le cas dans une approche prospective). Dans une approche rétrospective qui utiliserait la surveillance environnementale, c'est-à-dire des mesures dans les milieux, le bruit de fond peut en être soustrait.

Enfin, une approche rétrospective peut également être enrichie par la surveillance écologique. Le principe de ces approches naturalistes consiste à suivre la diversité et

l'abondance d'espèces ou groupes d'espèces réputées sensibles à différents paramètres de qualité de leur milieu de vie, ou à quelques polluants spécifiques.

Le quatrième chapitre propose une mise en œuvre opérationnelle de chaque niveau, en illustrant pas à pas la démarche avec des exemples concrets. Chaque composante de la démarche est ainsi détaillée, et une ou plusieurs manières opérationnelles de procéder sont présentées pour illustrer les différents cas de figure.

À retenir sur le chapitre 4

Dans ce guide, et quel que soit le niveau de l'approche graduée, l'évaluation est décrite en 4 composantes.

La première composante consiste à définir le contexte de l'évaluation. L'évaluateur rassemble tous les éléments nécessaires à la définition et à la conduite de son évaluation. Cela inclut notamment les inventaires (de radionucléides rejetés, d'organismes considérés, de voies d'exposition) et la définition des échelles spatio-temporelles. L'implication des parties prenantes et la manière de traiter les incertitudes font également partie des questions à se poser.

La deuxième composante consiste à évaluer l'exposition, c'est-à-dire dans le cas général (niveaux 2 et 3 de l'évaluation) un débit de dose, même si on peut se contenter d'activités volumiques ou massiques dans les milieux pour une évaluation de niveau 1. Cette étape repose sur des modèles dont les principes ont été introduits au chapitre 3.

La troisième composante consiste à analyser les effets. En pratique, comme annoncé dès le chapitre 3, cela se résume à choisir une valeur repère prédéterminée pour les niveaux 1 et 2. Au niveau 3, les données de la littérature scientifique sont à analyser pour chaque espèce.

La quatrième composante vise à caractériser le risque, c'est-à-dire à conclure en comparant l'exposition issue de la composante 2 à la valeur repère issue de la composante 3. Aux niveaux 1 et 2, on appelle indice de risque la donnée caractérisant l'exposition divisée par la valeur repère. Si cet indice de risque est inférieur à 1, le risque est négligeable.

En complément de cette approche calculatoire, d'autres informations peuvent être apportées par les approches naturalistes.

Si l'ensemble ne permet pas de considérer que le risque est négligeable (quel que soit le raffinement de l'analyse), il convient de réinterroger l'application de la séquence ERC (éviter, réduire, compenser), qui sort du champ d'application du guide.

Le cinquième chapitre traite des incertitudes associées à ces évaluations de risque radiologique.

À retenir sur le chapitre 5

Bien que les principes méthodologiques décrits dans ce guide soient applicables à un large panel de situations, l'état actuel des connaissances (développement de modèles et d'outils opérationnels, valeurs de paramètres, etc.) en limite fortement le champ d'application. Ainsi, comme introduit dans les chapitres précédents, les évaluations opérationnelles portent principalement sur les expositions chroniques d'animaux et de plantes des climats tempérés, et la démonstration de la protection des écosystèmes

visée en pratique à s'assurer du maintien démographique des populations.

Même quand l'évaluation est possible, une analyse d'incertitude mérite d'être menée pour identifier, décrire, si possible quantifier et communiquer les principales incertitudes associées aux résultats. Selon le niveau de l'approche graduée, elle est plus ou moins détaillée, et peut, ou non, inclure la quantification de certaines des incertitudes. Pour une évaluation de niveau 1, et dans une moindre mesure de niveau 2, le traitement de l'incertitude est une approche conservative qui consiste à majorer le niveau d'exposition des organismes et à minorer la valeur repère à laquelle il va être comparé. Au niveau 2, l'outil ERICA propose deux indices de risques, dont un dit conservatif qui repose sur une approche semi-probabiliste de quantification des incertitudes. Au niveau 3, les incertitudes peuvent être quantifiées sur les données d'entrée et sur les paramètres puis une méthode probabiliste (par tirages aléatoires) permet d'exprimer l'incertitude sur les résultats.

Enfin, le sixième chapitre illustre concrètement la mise en œuvre de la méthode d'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore sauvages décrite précédemment, par une étude de cas virtuelle conçue pour devoir en dérouler les trois niveaux.

À retenir sur le chapitre 6

Une étude virtuelle a été conduite à des fins d'illustration de l'application de la méthode exposée dans le guide avec l'outil ERICA. Elle ne doit en aucun cas être réutilisée pour l'évaluation d'une situation réelle.

Les rejets fictifs (atmosphériques et liquides) ont été volontairement exagérés, dans l'objectif pédagogique de couvrir les trois niveaux d'évaluation décrits dans ce guide. En effet, les évaluations connues à ce jour, menées sur des situations d'exposition réelle liées à des études d'impact, ont été généralement concluantes dès le niveau 1, au plus au niveau 2.

En ce qui concerne les rejets atmosphériques (une vingtaine de radionucléides), se déposant sur l'écosystème terrestre, l'évaluation conduite au niveau 2 permet de conclure que le risque est négligeable. En effet, les indices de risque sont inférieurs à 1 dans la zone naturelle et a fortiori dans l'aire protégée, où les dépôts sont encore plus faibles.

En ce qui concerne les rejets liquides dans le cours d'eau (une quarantaine de radionucléides), l'évaluation a été poussée jusqu'au niveau 3, avec une approche probabiliste. Comme illustré ici, l'évaluation de niveau 3 est particulièrement complexe, et requiert des compétences avancées, notamment sur les effets de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Dans ce cas, fictif, où même le niveau de raffinement le plus élevé conclut à un risque non négligeable, il y aurait lieu de recourir à des éléments de preuve complémentaires ou de revoir le projet.